

# Análisis de vulnerabilidad empresarial y sus efectos sobre la vulnerabilidad bancaria en Colombia: una aplicación del enfoque de hoja de balances<sup>1</sup>

Analyzing the entrepreneur vulnerability and the effects over the bank vulnerability in Colombia: an application on the approach of balance sheet

Henry Laverde Rojas<sup>1</sup>

## Resumen

Este documento mide las vulnerabilidades del sector bancario utilizando dos indicadores basados en la valoración de opciones. El primero trata de capturar las pérdidas crediticias transmitidas por parte del sector corporativo. Se estima la probabilidad de quiebra de compañías individuales para ser utilizada en la inferencia del capital en riesgo que pueda llevar a un banco a una situación de insolvencia. El segundo, la distancia de default, es un indicador que tiene en cuenta la estructura de capital de los bancos, dado que la quiebra de un banco sólo se producirá si éste no cuenta con el capital suficiente en la eventualidad de quiebra de su contraparte. El indicador se estima utilizando la información de precios de las acciones y hojas de balance para ocho bancos que reportan esta información a la Superintendencia Financiera de Colombia.

---

<sup>1</sup> Asesor: Francisco Azuero. Artículo publicable presentado como requisito para obtener el título de Magíster en Economía de la Universidad de Los Andes.

\* Economista, Magíster en Economía. Docente - investigador. Universidad de Santo Tomás y Universidad Católica. Miembro del Centro de Investigaciones de la Facultad de Economía (CIFE). [hlaverde@gmail.com](mailto:hlaverde@gmail.com)

Fecha de recepción: 1 de agosto de 2008; fecha de aceptación: 2 de septiembre de 2008

**Palabras clave:** indicadores de vulnerabilidad, fragilidad financiera, distancia de default.

## Abstract

This paper measures the vulnerabilities of the banking sector using two indicators based on the valuation of options. The first seeks to capture the lost credit transmitted by the corporate sector. We estimate the probability of bankruptcy for individual companies to be used in the inference of the capital at risk that could lead a bank to a state of insolvency. The second, the distance of default, is an indicator that takes into account the capital structure of banks, as the bankruptcy of a bank that will only happen if it does not have enough capital in the event of bankruptcy of its counterparty. The index is estimated using information from stock prices and balance sheets for 8 banks that reported this information in the Superintendence of Finance of Colombia.

**Key words:** Indicators of vulnerability, financial fragility, distance from default.

**Clasificación JEL:** G12, G15

## 1. Introducción

La crisis económica de 1999 experimentada en Colombia dejó de manifiesto la necesidad de implementar modelos que monitoreen y se adelanten a estas crisis para prevenir sus potenciales efectos dañinos. Hasta finales del siglo pasado los modelos imperantes fueron incapaces de explicar satisfactoriamente muchas de las crisis de los años noventa, la crisis asiática es un claro ejemplo de ello. Dentro de esta literatura económica se encuentran los modelos de «primera generación» los cuales consideran que las crisis cambiarias se originan en un déficit fiscal desbordado que conduce eventualmente al gobierno a utilizar los ingresos por señoreaje y, finalmente, a desencadenar ataques especulativos sobre la moneda local<sup>2</sup>. Posteriormente, los modelos de «segunda generación» explican las crisis por medio de incompatibilidades entre las políticas cambiaria y monetaria. Una política monetaria expansionista, con el ánimo de activar la demanda y el empleo, en un contexto de tasa de cambio fija, puede llevar a los inversionistas a sospechar sobre la posibilidad de la autoridad en sostener la paridad<sup>3</sup>. Sin embargo, los países asiáticos en 1997 no presentaban premuras presupuestarias ni disyuntivas

entre empleo y estabilidad cambiaria, por lo que los modelos de primera y segunda generación eran obsoletos para explicar esta crisis.

Una nueva ola de modelos, denominados modelos de «tercera generación», centran su atención en los desequilibrios del sistema financiero y en las fragilidades financieras del sector real como fuente de las crisis, incorporando su análisis a las hojas de balance de estos sectores. Desde esta perspectiva, una crisis financiera ocurre cuando existen conexiones en la demanda por activos financieros entre dos o más sectores. Los inversionistas pierden confianza cuando la habilidad, bien sea del sistema financiero para cumplir con los depósitos o del sector real para pagar sus obligaciones disminuye<sup>4</sup>. Como consecuencia de ello, un sector puede enfrentarse con la imposibilidad de encontrar nuevo financiamiento o de refinanciar

<sup>2</sup> Para este tipo de modelos, véase Krugman (1979).

<sup>3</sup> Para un análisis detallado de modelos de segunda generación, véase Obstfeld (1994) y Krugman (1999).

<sup>4</sup> Para una discusión sobre modelos de tercera generación, véase Allen, Rosenberg, Keller, Setter y Roubini, (2002).

los pasivos de corto plazo, empeorando no solo su situación, sino transmitiéndosela al sector con el que tenga algún compromiso contractual. En particular, cambios en el valor de los activos del sector corporativo llevan a cambios en el valor de sus pasivos, lo cual a su vez afecta el valor de los activos y pasivos del sector financiero. Los riesgos potenciales de transmisión que afecten la estabilidad financiera dependen, entonces, de la probabilidad de quiebra de las empresas y del valor de las deudas que tengan vigentes con los bancos.

Una variante de los modelos de tercera generación implementa herramientas financieras y valores de mercado dentro de su andamiaje para inferir riesgos potenciales. Estos modelos permiten introducir percepciones de inversionistas y acreedores en las hojas de balance de una entidad o sector. Además, con este enfoque es posible estimar la volatilidad de los activos, un parámetro importante en el riesgo de mercado. Estos modelos funcionan bajo la premisa de que el mercado es el más eficiente al valorar los diferentes riesgos. Este tipo de modelos han sido ampliamente utilizados y probados por las principales calificadoras de riesgo con resultados positivos<sup>5</sup>.

El objetivo de este trabajo es construir indicadores de vulnerabilidad bancaria, basados en modelos de tercera generación para un conjunto de bancos y empresas colombianas de tal manera que permita evaluar y monitorear, en primer lugar, el riesgo de crédito que le imprime el sector corporativo al bancario y, en segundo lugar, la estructura de capital necesaria para no ingresar en una situación de insolvencia que pueda alterar la estabilidad del sistema financiero. El aporte marginal de este estudio es iniciar la utilización de modelos complementarios que sirvan como prevención temprana de crisis financieras.

En las siguientes secciones se establece un modelo que permita capturar la fragilidad de los bancos colombianos en el periodo 1997-2005. Para ello, es necesario estimar la probabilidad de quiebra de las empresas colombianas en el mismo periodo. Se utiliza un modelo *probit* para datos panel (desbalanceado) con efectos aleatorios, utilizando indicadores financieros. La muestra utilizada incluye información de 134 empresas que reportan estados financieros a la Superintendencia Financiera.

Una vez conocida la probabilidad de quiebra, ésta es incorporada dentro de un modelo financiero basado en la valoración de opciones para inferir el riesgo de transmisión al sector financiero, representado en este caso por los ocho bancos más importantes. Por último, para tener en cuenta la estructura de capital de cada banco, se utiliza la distancia de «default», un indicador que compara la distancia de los activos respecto a los pasivos como *proxy* de la probabilidad de quiebra de los bancos.

En la sección II de este documento se hace una revisión de los principales estudios en Colombia. La sección III ofrece un recuento de algunos hechos estilizados del sector corporativo y financiero. La sección IV describe la metodología y la información utilizada. En la sección V se presentan los resultados obtenidos en la aplicación del modelo y las pruebas correspondientes. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## 2. Evidencia empírica

El núcleo de la literatura empírica en Colombia dedicada a estudiar las hojas de balances sectoriales para explicar las debilidades que puedan propiciar algún tipo de crisis ha tenido dos facetas. La mayoría de los trabajos han optado por focalizarse en el estudio de las vulnerabilidades de un único sector mediante la utilización de diferentes variables, algunas veces de tipo macroeconómico, otras de tipo microeconómico e incluso una combinación de ambas.

Dentro de esta primera rama de la literatura, se distinguen estudios que explican los determinantes de quiebra de las empresas por medio de los efectos de la devaluación, conocido en la literatura como el efecto hoja de balance, con el argumento de que aquellas compañías endeudadas en moneda extranjera pueden sufrir un desfase de moneda, superior a cualquier mejoramiento en la competitividad, sobre todo en los sectores no transables de la economía. Los trabajos empíricos en este campo, sin embargo, no han sido concluyentes. Los estudios de Echavarría y Arbeláez (2003), Mejía (2003) y

<sup>5</sup> Para una revisión empírica de esta clase de modelos, véase Kealhofer (2003).

Echeverry, Fergusson, Steiner y Aguilar (2003), tienen implicaciones distintas y resultados divergentes que se explican por la metodología y la selección de los datos.

Estudios que utilizan variables de tipo microeconómico en un modelo empírico a nivel de firma para explicar la fragilidad financiera de las empresas se encuentra en: Martínez (2003) y Arango, Zamudio y Orozco (2005).

La estrategia de Martínez consiste en estimar un modelo *probit* utilizando razones financieras para medir la fragilidad empresarial en un periodo. Sus resultados demuestran que la rentabilidad, el grado de endeudamiento y la liquidez son los principales determinantes de la probabilidad de quiebra de las empresas.

Arango *et al.*, siguen el mismo camino pero enriquecen el estudio al incorporar varios periodos, lo que permitió incluir variables de tipo macroeconómico. Además, tratan de capturar de manera parcial la transmisión de riesgo del sector corporativo al sistema financiero a través del valor de la deuda en riesgo. Los resultados, consistentes con los de Martínez demuestran, además, que las empresas grandes concentran el mayor nivel de deuda interna en riesgo.

Boada (2005), realizó un análisis orientado directamente a la hoja de balance de los bancos para relacionar su fragilidad financiera con la crisis de 1999. Utilizó un modelo empírico basado en una combinación de variables macroeconómicas y microeconómicas pero que sigue en esencia la misma metodología de Martínez y Arango *et al.* Boada concluye que las variables más importantes en el comportamiento de los bancos, se encuentran las relacionadas con el manejo de la cartera y la influencia de variables macroeconómicas, como el déficit presupuestario, el crecimiento del PIB y el índice de la bolsa de valores.

De otra parte, algunos estudios han recurrido a un análisis global, identificando qué sector es el que presenta una mayor fragilidad ante el cambio de variables clave en las hojas de balance. Este marco teórico que fue propuesto por Allen *et al.* (2002), lo han seguido de cerca algunos estudiosos del caso

colombiano. Azuero (2005), por medio de los balances sectoriales analiza las principales vulnerabilidades de cada sector utilizando la información de las cuentas financieras del Banco de la República. La principal conclusión de Azuero es que el sector que presenta en la actualidad una mayor vulnerabilidad corresponde al gobierno central, la cual se manifiesta a través de su alto nivel de endeudamiento. En la misma línea metodológica se encuentra Lima, Montes, Varela y Wiegand (2006), quienes obtienen resultados similares a los de Azuero pero advierten que existe una creciente vulnerabilidad del sector financiero por las conexiones existentes con el gobierno.

Sin embargo, esta literatura hasta ahora mencionada ha dejado de lado la influencia que pueda tener la transmisión de riesgos entre hojas de balance y, no menos significativa, la importancia que puede tener la volatilidad de pasivos y activos en magnificar dichos riesgos. Este tipo de problemas han sido estudiados en Colombia de manera tangencial, como en el caso de Arango *et al.*, pues la mayoría de sus aplicaciones se han dado a nivel internacional.

La valoración del riesgo es una materia compleja en la cual se deben tener en cuenta muchos determinantes de la aversión al riesgo de los inversionistas. El desarrollo de las herramientas financieras para valorar este tipo de riesgos ha sido muy útil al enajenar estas a la valoración de la deuda.

Un aspecto importante de este enfoque es que la visión que tienen los inversionistas sobre el riesgo en sus portafolios puede estar asociada a la incertidumbre sobre el comportamiento futuro de los activos y pasivos, definiendo de esta manera el costo de la deuda y la disposición de crédito. Por ejemplo, las dificultades financieras del sector corporativo causadas posiblemente por una caída del mercado de acciones, una recesión, una caída del precio de los bienes, etc., pueden ser transmitidas a los bancos mediante una disminución del valor de la deuda que tiene el sector corporativo con estos últimos. En este sentido, Gray, Merton y Bodie (2003), proponen una metodología orientada a calcular los riesgos de transmisión, en la cual se observan los sectores de la economía como portafolios interconectados de activos y pasivos. Estos autores estiman el valor y sensibilidad de estos portafolios.

lios a cambios en los factores de riesgo de mercado subyacente para inferir posibles transmisiones entre sectores.

Una aplicación directa de este enfoque fue elaborada por Gapen, Gray, Hoom y Xiao (2004), cuando estudiaron el riesgo generado por los pasivos del sector corporativo en Brasil y Tailandia, ante el alto grado de correlaciones existente entre las hojas de balance de este sector y el financiero. Utilizando un modelo estocástico, basado en la valoración de opciones financieras, calcularon los valores de mercado y las volatilidades de activos y pasivos como opciones implícitas para estimar los riesgos de transmisión entre los sectores originados por el sector corporativo. Sus resultados muestran que este análisis permitió observar la percepción del mercado sobre el riesgo de "default" en Brasil y Tailandia. Gapen *et al.* (2004), estima la volatilidad de los activos sobre un horizonte de tiempo, derivada del valor de los pasivos a través de la valoración de opciones, para observar la probabilidad de que estos caigan sobre un punto en el cual no sea posible redimir sus obligaciones financieras. Una vez calculada esta probabilidad, estimaron las posibles consecuencias adversas sobre los demás sectores.

Chan-Lau, Jobert y Kong, (2004) bajo éste mismo marco midieron la vulnerabilidad bancaria y construyeron un indicador con base en los precios de las acciones y las hojas de balance para una serie de bancos a nivel internacional. Estos autores probaron la capacidad predictiva de estos indicadores utilizando herramientas estadísticas. Sus resultados arrojaron un buen comportamiento de estos indicadores como guías de alerta temprana. El presente trabajo no se encuentra lejos de este último trabajo.

### 3. Balances sectoriales

Las vulnerabilidades del sistema financiero están manifiestas en las conexiones que tiene este con los balances de otros sectores. El deterioro de los activos de un sector tiene repercusiones inmediatas en los pasivos. Si estos pasivos pertenecen en un alto porcentaje al sistema financiero, situaciones adversas pueden traer consigo serias amenazas a la estabilidad financiera. De ahí la importancia de conocer, pri-

mero, qué sector representa la mayor amenaza para el sistema financiero en términos de su representatividad con respecto a otros sectores y, segundo, conocer su salud financiera con el objetivo de encontrar posibles deterioros que puedan llevar eventualmente a una situación de alerta. El Cuadro 1 muestra que el sector corporativo es el de mayor importancia dentro de los activos del sistema financiero, siendo los bancos comerciales los más expuestos. La cartera comercial representa el principal vehículo de transmisión entre los dos sectores.

Es importante señalar que esta caracterización no desvirtúa los riesgos inherentes de los demás sectores, de hecho el crecimiento de la cartera de consumo en los últimos años ha sido significativamente superior al de la cartera comercial. Sin embargo, sí recalca la importancia relativa del sector corporativo como fuente principal de riesgo.

Otro hecho significativo es que según datos del *Reporte de Estabilidad Financiera* del Banco de la República (2004), para 2003, en promedio, el 65% de la cartera comercial pertenece a los 1.000 mayores deudores y el 20% a los 50 mayores deudores, lo que demuestra, si los resultados se extrapolan a periodos cercanos, la alta concentración de la cartera en unas pocas empresas. Es importante resaltar este hecho porque este estudio se concentra en empresas emisoras de valores que en su gran mayoría son de tamaño grande y, por tanto, son las que deben concentrar el mayor porcentaje de la deuda con los establecimientos de crédito. (Véase Cuadro 1).

#### a. Balances de las empresas

Como se dilucidó anteriormente, el deterioro en los estados financieros de las empresas incrementa la probabilidad de que éstas incumplan sus obligaciones contractuales con el sistema financiero. Esta probabilidad se reduce con una mezcla favorable de altos niveles de rentabilidad y bajos niveles de endeudamiento. Además, contar con unos niveles elevados de liquidez ante choques no esperados que reduzcan la capacidad de pago de las empresas, las y las alejen también de una situación de incumplimiento<sup>6</sup>. En esta sección se examina bre-

<sup>6</sup> Reporte de Estabilidad Financiera, Banco de la República. Bogotá, dic 2002, p.18.

**Cuadro 1.** Exposición de los establecimientos de crédito a sus principales deudores

Tipo	Oct-04		Oct-05		Crecimiento real anual porcentaje
	Billones de pesos(*)	Participación porcentual	Billones de pesos(*)	Participación porcentual	
<b>Sector público</b>					
Cartera	4.4	5	4.2	4.3	-2.9
Títulos	24.6	28	29	29.6	17.8
Total sector público	28.9	32.9	33.2	33.9	14.7
<b>Sector corporativo</b>					
Cartera	35	39.9	38.2	39.1	9.1
Títulos	0.4	0.5	0.5	0.6	25.9
Total sector corporativo	35.5	40.3	38.7	39.6	9.3
<b>Sector Hogares</b>					
Cartera	21.7	24.7	23.4	24	8
Consumo	12.8	14.6	16.6	17	29.6
Hipotecaria	8.9	10.1	6.8	7	-23.1
Titularizaciones	1.8	2	2.4	2.5	34.5
Total sector hogares	23.5	26.7	25.9	26.4	10
Total monto expuesto	87.9	100	97.8	100	11.2
Monto expuesto sobre activos		76.3		76.8	

(\*) Billones de pesos de octubre de 2005.

Fuente: Banco de la República, Reporte de Estabilidad Financiera, dic. 2005, p. 22.

vemente la evolución y salud financiera de las empresas a partir de indicadores de rentabilidad, liquidez y endeudamiento, calculados con base en los estados financieros que reporta la Superintendencia Financiera durante el periodo 1996-2005, para identificar los riesgos que el sector corporativo puede crearle al sistema financiero.

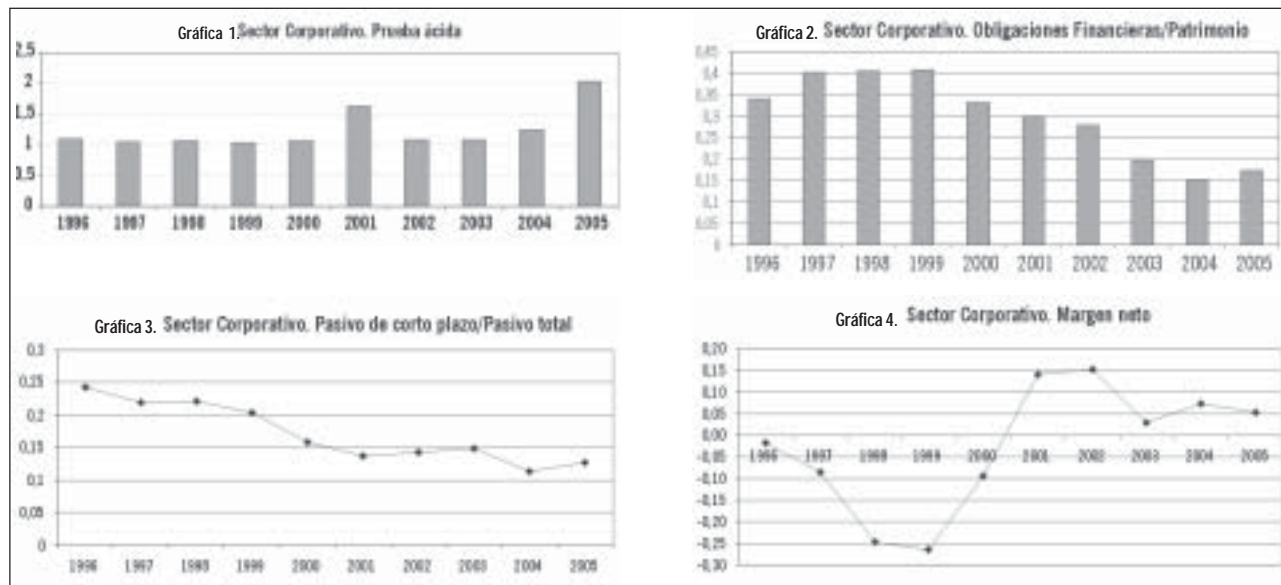
Un mayor volumen de activos líquidos referente a las obligaciones de corto plazo reduce los riesgos de iliquidez que afrontan las empresas; para evaluar dicha liquidez, se recurrió al indicador de la prueba ácida (activo corriente-inventarios/pasivo corriente). El favorable comportamiento de esta razón financiera a partir del 2001 (véase Gráfica 1), aunque leve en el 2002-2003, como consecuencia del incremento significativo de los activos de corto plazo, dilucidan un menor riesgo para el sector financiero en la actualidad.

Como medida del grado de endeudamiento se utilizó el cociente obligaciones financieras sobre patrimonio (véase Gráfica 2). Los bajos niveles de este indicador en comparación con los mantenidos en la crisis de 1999 han reducido el riesgo del sector. Como señala Azuero (2005), es posible que en la medida en que se han presentado adquisiciones de empresas nacionales por capital extranjero, los nuevos dueños hayan optado por cancelar deudas. Sin embargo, a pesar de la reducción de este indicador en la actualidad, lo preocupante es que las empresas colombianas acudan muy poco a otro tipo de fuentes, por ejemplo, al mercado de valores que podría reducir la exposición a las volatilidades de la tasa de interés y de cambio<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Reporte de Estabilidad Financiera, dic. 2005.



## Comportamiento del sector corporativo, 1996-2005



Fuente: elaborado según estados financieros de la Superintendencia Financiera.

La Gráfica 3 muestra que paulatinamente ha habido una recomposición en los pasivos de las empresas. Esta tendencia de sustitución de pasivos de corto plazo por de largo plazo estuvo ligada al menor riesgo en las tasas de interés, lo que significa que en la actualidad se ha reducido el riesgo de *roll-over* de la deuda de las empresas<sup>8</sup>.

Por último, el indicador de rentabilidad de las empresas después del significativo mejoramiento posterior a la crisis ha mostrado una cierta tendencia a decaer en la actualidad. El descenso de la deuda y de las tasas de interés, permitió reducir los gastos financieros de las firmas, aumentando considerablemente la rentabilidad posterior a la crisis, ha sido menguada en la actualidad por la revaluación, especialmente en los sectores transables de la economía<sup>9</sup>.

En conclusión, es evidente que la crisis de finales de la década pasada fue determinante para el comportamiento de las empresas en Colombia y, por tanto, donde se concentró el mayor riesgo para la estabilidad financiera. De hecho, es en este periodo en el cual se presenta el mayor porcentaje de empresas liquidadas o que tuvieron algún problema con su estado legal. En particular, los indicadores de liquidez y rentabilidad muestran sus valores más bajos en este periodo, en especial

en 1999 donde se produce al mismo tiempo un decrecimiento del PIB del 4%.

Así como el mejoramiento en los últimos años en los indicadores de las empresas y la mejora en las condiciones macroeconómicas con unas tasas de interés más bajas ha reducido los costos del endeudamiento, así como el crecimiento de la actividad económica ha mejorado la percepción de riesgo de las empresas.

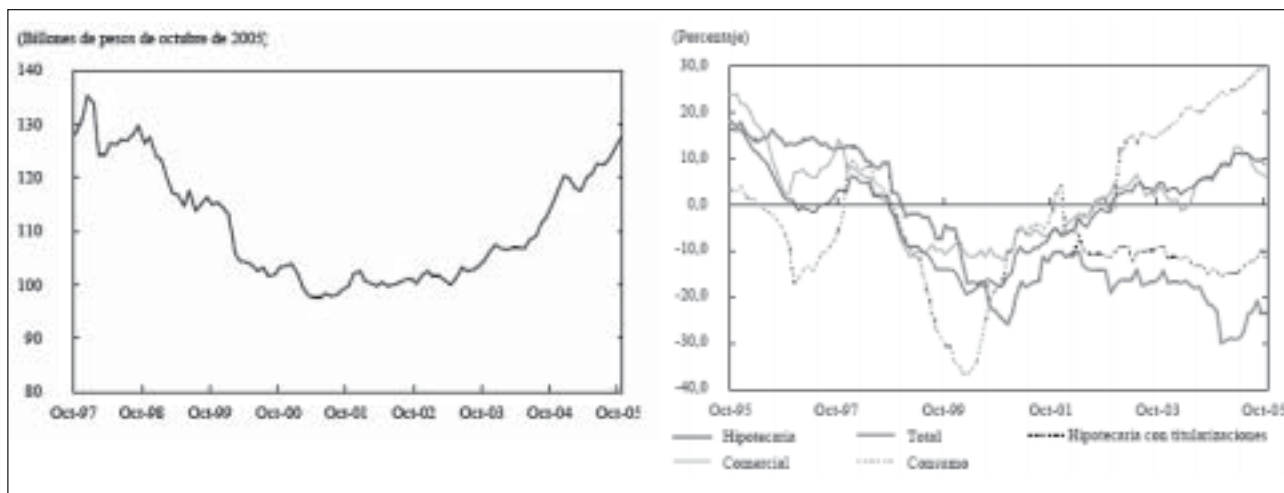
## b. Balances del sector financiero

Las condiciones macroeconómicas que han predominado desde finales de la crisis de 1999, han sido favorables para la expansión de las actividades de la intermediación financiera. Los establecimientos de crédito han experimentado crecimientos positivos de sus activos, especialmente el crédito de consumo y el crédito comercial (véase Gráfica 5). En particular, la cartera neta para los bancos que había caído hasta el año 2000 ha presentado un crecimiento significativo en los últimos años (véase Gráfica 6).

<sup>8</sup> Reporte de Estabilidad Financiera, Dic. 2002, *Op. cit.*, p. 24.

<sup>9</sup> Azuero, *Op. cit.*, p. 8

Gráfica 5. Comportamiento de los activos de los establecimientos de crédito



Fuente: Banco de la República, Reporte de Estabilidad Financiera, dic. 2005, p. 19.

Igualmente, los altos niveles de cubrimiento de la cartera que se experimenta en la actualidad (véase Gráfica 7), se ven reforzados por la calidad de la cartera del sistema financiero que presenta el Banco de la República en sus *Reportes de Estabilidad Financiera* en el cual en su informe de 2005 este indicador parece haberse estabilizado en sus niveles históricos (alrededor del 3.1%).

Un indicador que refleja la notoria mejoría del sector financiero, posterior a la crisis, es el de rentabilidad (véase Gráfica 8), este indicador, después de alcanzar su valor más bajo en 1999 (-86.27%) en el último periodo se ha estabilizado alrededor del 9%.

De otra parte, el indicador de liquidez utilizado en este estudio (disponible/depositos) muestra una clara tendencia descendente que evidencia una menor tenencia de recursos disponibles como consecuencia de mejores oportunidades en el mercado (véase Gráfica 9). Es indiscutible que desde el colapso de 1999, el sector financiero redujo sustancialmente el crecimiento de la oferta de crédito, manteniendo altos niveles de dinero disponible para poder afrontar esta situación. En la actualidad, dadas las mejores condiciones, las instituciones de crédito han disminuido su aversión al riesgo, lo cual ha llevado a que desaparezcan las restricciones de crédito.

Por último, al observar la composición de los activos del sector financiero, es de señalar que el mayor riesgo en el periodo de estudio proviene de la cartera crediticia y a pesar de que en los últimos años ha perdido participación, siempre representa el mayor porcentaje de este rubro (véase Gráfica 10). Y dentro de la cartera crediticia, la porción más importante corresponde al crédito dirigido al sector corporativo, con 39.5% en promedio para el periodo 1994-1995 del total de cartera crediticia.

En resumen, los indicadores del sector bancario utilizados a partir de hojas de balance reportados por la Superintendencia Financiera, muestran una dinámica de este sector favorable a partir de la crisis de finales de la década pasada, indicando que en la actualidad los bancos presentan bajos niveles de riesgo de crédito. Sin embargo, el riesgo de mercado, que se presenta como la mayor fuente de riesgo, pone de manifiesto la necesidad de monitorear de cerca las hojas de balance del sector corporativo y bancario ante cualquier movimiento adverso, por ejemplo, de la tasa de cambio, que pueda llevar a una situación similar a la experimentada en 1999.



## Comportamiento del sector financiero, 1996-2005

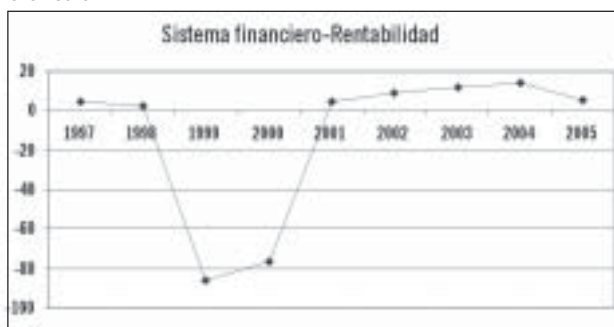
Gráfica 6.



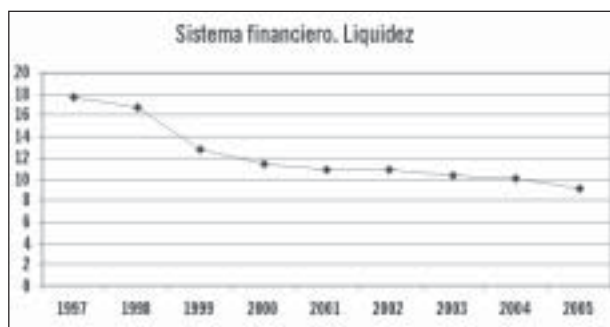
Gráfica 7.



Gráfica 8.

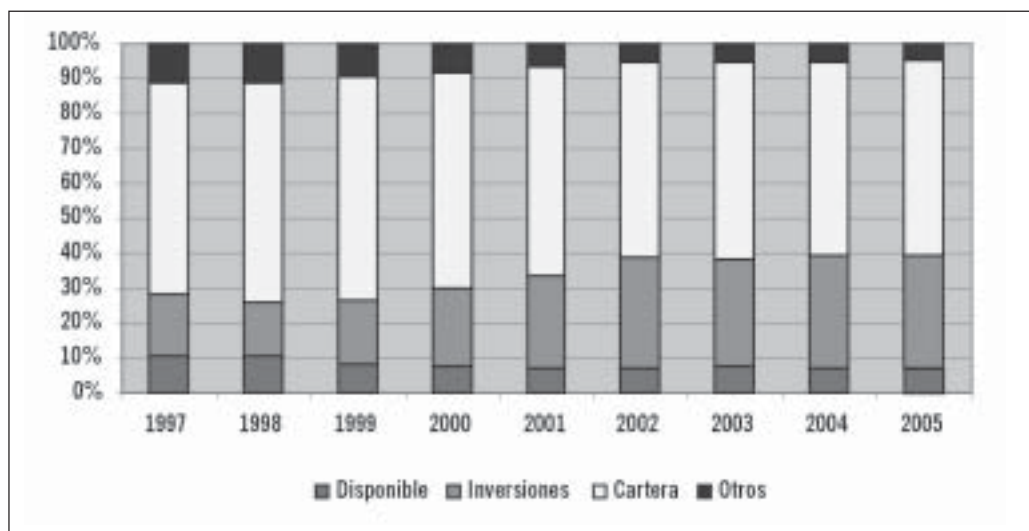


Gráfica 9.



Fuente: elaborado según estados financieros de la Superintendencia Financiera de Colombia.

Gráfica 10. Sistema financiero. Composición de los activos



Fuente: elaborado según estados financieros de la Superintendencia Financiera de Colombia.

## 4. Metodología

### a. Provisión crediticia estimada

El riesgo de que un banco ingrese en una situación de insolvencia, depende fundamentalmente de si está suficientemente cubierto contra pérdidas imprevistas, es decir, si cuenta con el suficiente capital para afrontar estas pérdidas. Dado que si las provisiones estimadas para protegerse de las pérdidas crediticias son inferiores a las reales, y el banco no dispone del capital suficiente, puede producirse una situación de quiebra. La estrategia seguida en este documento, consiste en estimar la provisión crediticia de los bancos, dados los riesgos de crédito transmitidos por el sector corporativo, para compararla con la provisión real. Diferencias positivas entre estos dos valores incrementan la necesidad de capital de un banco para no incurrir en default.

La provisión crediticia dentro de un periodo determinado puede ser definida como:

$$provision\ crediticia = (1 - p_t)A_t q_t C_t \quad (1)$$

donde  $A_t$  es el valor que se espera que tenga la operación en el momento  $t$  (valor de exposición de la cartera bancaria),  $q_t$  es la probabilidad de quiebra de la contrapartida en el momento  $t$ ,  $p_t$  es el coeficiente de recuperación y  $C_t$  es el factor de descuento apropiado. De forma intuitiva, la provisión crediticia hecha por los bancos sobre los créditos es igual al valor actual de las pérdidas esperadas como consecuencia de la quiebra de la contrapartida<sup>10</sup>. Para poder calcular la provisión crediticia es necesario conocer:

#### El valor actual de la cartera crediticia ( $A_t$ )

Aunque la cartera crediticia está dirigida principalmente hacia el crédito de consumo, hipotecario y comercial, por tanto, los riesgos provienen de estas tres fuentes, el presente trabajo se limita a los riesgos provenientes de la cartera comercial. Esperando que la correlación de quiebra entre las personas y las empresas sea alta, en la medida en que las fuentes de las primeras son las empresas, vía remuneración de los factores.

Esto supone, explícitamente, que la exposición de cartera de los bancos proviene únicamente de las empresas colombianas en estudio<sup>11</sup>. Utilizando la metodología de Merton (1974), es posible deducir el valor de mercado de los activos de los bancos como *proxy* de la cartera comercial. La inclusión de valores de mercado proporciona información intrínseca del mercado. Después de todo, cuando los inversionistas efectúan una transacción tienen en cuenta muchos factores que se reflejan en los procesos de compra y venta. En el caso de la cartera de los bancos, su valor depende esencialmente del comportamiento de esos factores<sup>12</sup>.

El valor de mercado de los activos es igual al valor de mercado del patrimonio más el valor de mercado de la deuda. En el artículo pionero de valoración de opciones Black-Sholes (1973) y Merton (1973), mostraron que el valor del patrimonio es equivalente a una opción call europea<sup>13</sup> sobre el valor del activo, con un precio de ejercicio igual al que enfrenta la deuda<sup>14</sup>, bajo los supuestos de neutralidad de riesgo<sup>15</sup> y que los activos siguen un movimiento browniano simple<sup>16</sup>, con tendencia igual a la tasa libre de riesgo,  $r$ , y volatilidad  $\sigma$ :

$$dA_t = A_t (r dt + \sigma dW_t) \quad (2)$$

<sup>10</sup> Para un análisis completo sobre riesgos bancarios, véase Ramos y otros (1999).

<sup>11</sup> Este supuesto es válido en la medida en que como se observó en la sección III, la cartera representa el mayor porcentaje los activos de los bancos y, dentro de ésta, las obligaciones financieras de las empresas con los bancos representan la mayor proporción. En el presente estudio se toma una muestra de empresas que por indicadores de tamaño y capacidad de endeudamiento, se espera reflejen de manera cercana los riesgos que le imprimen al sector financiero. Además, es necesario recurrir a este supuesto debido a que no se cuenta con información detallada sobre la distribución de la cartera de los bancos.

<sup>12</sup> Un punto importante del modelo a desarrollar es que no se asume que el mercado sea perfectamente eficiente, sino como lo señalan Crosbie (2003) y Bohn (2000), que es muy difícil hacer un mejor trabajo del que desarrolla el mercado.

<sup>13</sup> Una opción *call* le da al poseedor el derecho de comprar un activo subyacente a un precio establecido (conocido como precio de ejercicio o *strike*) en una cierta fecha. Las opciones europeas pueden ser únicamente ejercidas en la fecha de expiración.

<sup>14</sup> La opción será ejercida siempre y cuando la ganancia de la opción sea positiva. Dicha ganancia está dada por  $C = \text{Max} \{A_t - D, 0\}$ , es decir, cuando el valor del activo es superior al del precio de ejercicio.

<sup>15</sup> Este supuesto se refiere a que el activo subyacente crece a la tasa libre de riesgo y el factor de descuento también lo hace a la tasa libre de riesgo. En un mundo de riesgo neutral, los retornos esperados de todos los activos debe ser igual a la tasa libre de riesgo.

<sup>16</sup> Para profundizar en este tipo de procesos estocásticos, véase Hull (2000).

donde  $W_t$  es un movimiento browniano,  $dA$  representa el cambio en los activos y  $A_t$  es el valor de los activos en el momento  $T$ .

El valor del patrimonio está dado por la ecuación diferencial derivada por Black-Scholes y Merton *et al* sobre una opción *call*, como:

$$E_t = A_t \phi(d_1) - D_t e^{(-rT)} \phi(d_2) \quad (3)$$

donde  $\phi$  es una función de distribución normal estándar y

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A_t}{D_t}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (4)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (5)$$

La volatilidad del patrimonio y de los activos está conectada por la siguiente ecuación:

$$\phi(d_1)\sigma A = \sigma_E E \quad (6)$$

En las ecuaciones 3-6 se observa que dos variables son desconocidas, el valor de los activos ( $A$ ) y su volatilidad ( $\sigma$ ). Estas dos variables pueden ser encontradas mediante un proceso iterativo. Siguiendo a Jones, E. (1984), se utilizan dos procesos: el primero, busca formar una serie de tiempo del valor de los activos de información trimestral. El valor de los activos es estimado como la suma del valor del patrimonio y el valor de mercado de los pasivos. El valor de mercado de los pasivos fue aproximado al valor en libros<sup>17</sup>. Luego se calculan los retornos como el logaritmo del valor de los activos encontrados y se calcula la desviación estándar de los mismos.

El segundo proceso es uno de máxima verosimilitud basado en la relación existente en la ecuación (6). En este se utiliza la desviación estándar, el valor de los activos y el valor del patrimonio hallados en el primer proceso como semilla para calcular la desviación estándar del patrimonio es calculada de los retornos diarios de los últimos tres meses a la fecha del cálculo. Dado (6), un nuevo valor de  $\sigma$  es calculado. El proceso se repite hasta que los valores converjan.

## La probabilidad media de quiebra de las empresas

El modelo estructural de Merton teóricamente permite calcular la probabilidad de quiebra de las empresas. Sin embargo, la aplicación empírica ha sido fuertemente cuestionada por presentar algunos inconvenientes en sus supuestos<sup>18</sup>, por lo cual se decidió utilizar un modelo *probit* como una manera más confiable para predecir las probabilidades de quiebra. Este modelo estima la probabilidad de que una empresa quiebre bajo características financieras y macroeconómicas en trimestres previos,  $x_t$ . Basados en el estado legal<sup>19</sup> de la empresa, se define la variable ( $y$ ) como  $y = 1$  en caso de problemas con su estado legal y 0 en caso contrario. Podemos definir, entonces, el modelo *probit*, como:

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i^* > 0; \\ 0 & \text{si lo contrario.} \end{cases} \quad (7)$$

donde,

$$y_i^* = x_i \beta + \varepsilon_i$$

$$x_i \beta = x_{i1} \beta_1 + x_{i2} \beta_2 + \dots + x_{in} \beta_n$$

y

$$\varepsilon_i \rightarrow \phi(0, \sigma^2)$$

El modelo es estimado para datos panel (desbalanceado) con efectos aleatorios. Sin embargo, debido a problemas de autocorrelación propias de los modelos longitudinales, el modelo fue corregido utilizando ecuaciones de estimación generalizada (GEE)<sup>20</sup>, por sus siglas en inglés. En particular, los modelos

<sup>17</sup> La mayoría de los estudios usan el valor en libros como una *proxy* del valor de mercado. Esta práctica se justifica por la observación de que el valor de mercado promedio es muy cercano al valor en libros. Véase Eberhart (2005).

<sup>18</sup> Entre otras cosas, dado que la probabilidad de quiebra en el modelo de Merton establecida por  $P = \phi(\ln D_t - \ln A_t - rT + 1/2\sigma^2 T)/(\sigma\sqrt{T})$ , se fundamenta bajo el supuesto de normalidad, en la práctica se hace imposible mantenerlo como lo ha demostrado KMV. Véase Kealhofer (2003), Bohn (2000) y Crosbie (2003) para un análisis detallado sobre este punto.

<sup>19</sup> Aquí se considera: liquidación obligatoria, voluntaria o en acuerdo de reestructuración (Ley 550 de 1999).

<sup>20</sup> Estos métodos son ampliamente utilizados para la estimación de datos correlacionados, especialmente si las respuestas son binarias. Cuando los datos son recolectados en las mismas unidades a través de puntos sucesivos en el tiempo, esas observaciones repetidas están correlacionadas. Si esta correlación no es tomada en cuenta los errores estándar estimados de los parámetros no serán válidos y los resultados de las pruebas de hipótesis no serán replicables. Véase, Liang y Zeger (1986) y Huber (1967).

GEE estiman los Modelos Lineales Generalizados (MLG) que permiten especificar la estructura de correlación dentro de los grupos para los datos panel<sup>21</sup>.

Una vez conocido el valor en riesgo de los activos de los bancos y la probabilidad media de quiebra de las empresas, es posible calcular la provisión de cartera esperada dado el coeficiente de recuperación. Este valor se contrasta después con la provisión hecha por cada banco para inferir la suficiencia del sistema financiero para cubrirse contra pérdidas potenciales. Diferencias más grandes entre estos dos valores presupone un mayor riesgo para el banco en estudio.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la posibilidad de que un banco quiebre no depende únicamente de si ha provisionado su cartera correctamente ante eventuales pérdidas, sino también de su estructura de capital para afrontarlas. De esta manera es necesario construir un indicador que considere este punto.

## b. Distancia de default

El análisis se completa con un segundo indicador conocido como la distancia de *default* que tiene en cuenta la estructura de capital de cada banco. Este indicador se basa en el modelo estructural de Merton desarrollado en la sección anterior y ampliamente utilizado por Moody's KMV<sup>22</sup>. Según este indicador, un banco quiebra cuando el valor de sus activos son iguales o menores a sus pasivos al madurar. De ahí que la solvencia de los bancos puede ser medida por la diferencia entre estos dos valores. Distancias de default más pequeñas incrementan el riesgo de insolvencia. La distancia de default esperada, para un banco está dada, por:

$$\varphi = \ln(A_T) - \ln(D_B) = \ln(A) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma W_T - \ln(D) \quad (8)$$

Como en Crosbie (1999), es útil normalizar la distancia de default por la volatilidad del banco. Reordenado términos, se puede definir la distancia de default, DD, como:

$$DD = \frac{\varphi}{\sigma\sqrt{T}} - \frac{W_T}{\sqrt{T}} = \frac{\ln\left(\frac{A}{D}\right) - \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (9)$$

La distancia de default normalizada, *DD*, puede ser interpretada como el número de desviaciones estándar de las que un banco está de su «default», medidas en términos de la volatilidad de sus activos. Esta medida tiene en consideración tres factores claves en el riesgo de insolvencia de un banco. Primero, observa qué expectativas de ganancias incrementan el valor de los activos y reducen la probabilidad de quiebra. Segundo, un descenso en el apalancamiento hace al banco menos riesgoso. Finalmente, una volatilidad de los activos más alta incrementa la probabilidad de quiebra reduciendo la distancia de default.

## c. Datos

Para calcular la probabilidad de quiebra de las empresas se utilizó la información de hojas de balance de las empresas reportada por la Superintendencia Financiera para 134 empresas durante el periodo 1996-2005 con periodicidad trimestral. Se construyó un panel desbalanceado en el cual se incluyeron variables microeconómicas y una macroeconómica.

Las variables microeconómicas utilizadas en este documento son un conjunto de razones financieras comunes en la literatura de finanzas. Las variables que se incluyen pretenden reflejar el grado de endeudamiento, rentabilidad, estructura de madurez de la deuda y liquidez de las diferentes empresas en estudio. En la primera categoría se incorporó la razón financiera obligaciones financieras/patrimonio para medir el grado de compromiso del patrimonio para con la deuda de las entidades financieras. Como indicador de rentabilidad se utilizó el margen neto calculado como pérdidas y ganancias/ingresos operacionales. Para la estructura de madurez se utilizaron dos

<sup>21</sup> Como en los modelos MLG, los modelos GEE permite especificar la familia de distribución para el componente aleatorio y una función de conexión para transformar los valores esperados. Además, los modelos GEE tienen la habilidad para precisar la estructura de especificación. Cuando se especifica una correlación no estructurada es equivalente a un análisis multivariado de las observaciones. Los modelos GEE también permiten otras estructuras como autorregresivos o estacionalidad. De una distribución de probabilidad se dice ser un miembro de los MLG si ésta es un miembro de una familia exponencial. Ejemplos de tales distribuciones de probabilidad son la normal, Poisson, binomial y binomial negativa.

<sup>22</sup> Para una revisión más cercana de esta metodología, véase, Crosbie (2003).

indicadores: deuda de corto plazo/pasivo total y deuda de corto plazo/capital de trabajo. Como indicadores de liquidez se utilizó activo corriente/pasivo corriente, como indicativo de cuál es la capacidad que tiene la empresa para cumplir con sus obligaciones a corto plazo, la prueba ácida, calculada como activos líquidos/pasivo corriente para medir la capacidad de la empresa para cubrir pasivos a corto plazo en forma inmediata sin tener que recurrir a la venta de inventarios, y capital de trabajo neto/activos totales.

Finalmente, se incorporó para cada empresa una variable *dummy* indicando la pertenencia a uno de ocho sectores de la economía. Para explicar la influencia de los fundamentales macroeconómicos en el comportamiento de estas empresas, se incluye al crecimiento del PIB real trimestral como indicador de la actividad económica.

Para calcular tanto el valor de la cartera crediticia como la distancia de default es necesario contar con datos sobre precios de las acciones y pasivos de los bancos, así como de una *proxy* para la tasa libre de riesgo. La selección de los ocho bancos incluidos en este estudio se hizo, entonces, entre aquellos bancos que transaron acciones de manera periódica en el mercado de renta variable durante el periodo 1996-2005. La información de las acciones se tomó diariamente de la reportada por la Bolsa de Valores de Colombia. Los pasivos bancarios y la provisión sobre cartera son tomados de la hojas de balances trimestrales reportada por la superintendencia financiera. La *proxy* para la tasa libre de riesgo es el rendimiento de los TES clase B a un año. Esta última elección, se basa en el supuesto de que la deuda de los bancos madura en un año en adelante, lo cual es un supuesto estándar en la literatura<sup>23</sup>.

## 5. Resultados

### a. Cálculo de la cartera crediticia

A manera de ejemplo, la Gráfica 11 muestra el comportamiento de las variables estimadas a partir del modelo estructural de Merton para el Banco de Bogotá<sup>24</sup>.

Esta gráfica señala que durante el periodo cercano a la crisis de 1999, este banco presentó los mayores problemas de insolvencia. Por un lado, los valores de mercado de los activos alcanzan sus valores más bajos. Al mismo tiempo, la alta volatilidad de los activos y del patrimonio alcanza niveles muy altos durante el periodo. Es de destacar que estos valores también indican una correlación positiva entre el valor de los activos y el de los pasivos. Como menciona Chan-Lau (2004), esta correlación es asumida implícitamente por el modelo de Merton, dado que la ecuación (6) implica dos cosas: i) que la volatilidad del patrimonio sea mayor a la volatilidad de los activos por efecto de apalancamiento y ii) que el valor de los activos y el de los pasivos estén positivamente correlacionados.

### b. Probabilidad de quiebra de las empresas

En el Cuadro 2 se presentan estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en la predicción de quiebra de las empresas, distinguiendo entre aquellas con problemas en su condición legal y aquellas que no los tienen. Todos los indicadores, con excepción de deuda de corto plazo/capital de trabajo, parecen útiles en la estimación del modelo *probit*, dado que la hipótesis nula de no diferencia significativa en las medias de estos indicadores fue rechazada.

El Cuadro 3 presenta los resultados de la estimación<sup>25</sup> del modelo final en la determinación de la probabilidad de quiebra. Las estimaciones sugieren que los determinantes de quiebra de las empresas son los indicadores de endeudamiento y liquidez, los cuales son estadísticamente significativos y con los signos esperados. El indicador de rentabilidad, aunque presen-

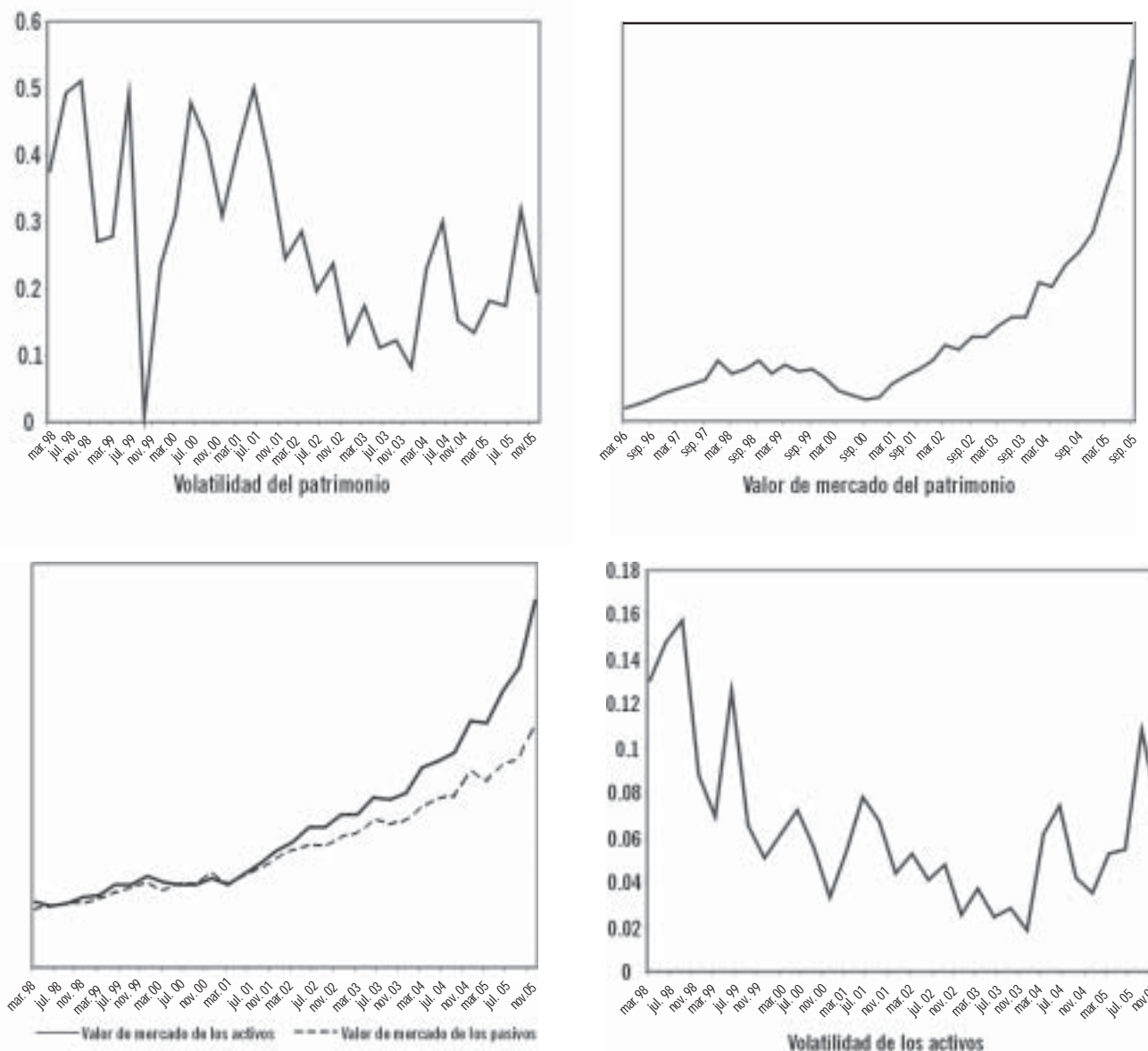
<sup>23</sup> Además, es un supuesto necesario debido al vacío de información detallada sobre la estructura de madurez de la deuda bancaria.

<sup>24</sup> Los resultados completos de los 8 bancos en estudio aparecen reportados en el Apéndice.

<sup>25</sup> Como se mencionó arriba, se escogió el modelo GEE porque al realizar pruebas estadísticas para homocedasticidad se rechaza la hipótesis nula, por lo cual debía ser corregida por medio de modelos de mínimos cuadrados generalizados. Además, al hacer pruebas de correlación parcial al 5% se encontraron problemas de autocorrelación. Las estimaciones se efectuaron utilizando Intercooled Stata 8.2, que permite corregir automáticamente problemas de multicolinealidad.



Gráfica 11. Comportamiento de las variables subyacentes del Banco de Bogotá



Fuente: cálculos del autor.

ta el signo esperado en todas las regresiones no es estadísticamente significativo. Los resultados sugieren que ante un mejoramiento en las condiciones económicas, la probabilidad de quiebra es menor<sup>26</sup>. Finalmente, los sectores que implican una mayor probabilidad de quiebra son los de la construcción, servicios, manufactura y comercio<sup>27</sup>.

Una vez que se calcula el valor de los activos de los bancos y la probabilidad de quiebra de las empresas, el valor de estos se utiliza en la ecuación (1), suponiendo una tasa de recupera-

ción del 60%<sup>28</sup>, para obtener finalmente la provisión esperada, dada la probabilidad promedio del sector corporativo para los

<sup>26</sup> Estudios sobre determinantes de quiebra de las empresas Colombianas se encuentran el de Arango, J. (2005) y Martínez, O. (2003). Este último estudio señala también que los indicadores de endeudamiento y liquidez son los determinantes fundamentales de fragilidad empresarial.

<sup>27</sup> En los primeros modelos se trató de incluir algunas variables que aprehendieran el llamado efecto hoja de balance pero no se encontraron resultados satisfactorios. Algunos autores como Echeverry (2003) y Mejía (2003), encuentran relación en este efecto como determinante en el comportamiento de las empresas colombianas.

<sup>28</sup> Este valor se basa en una circular de la Superintendencia Bancaria con respecto a las reglas relativas a la gestión de riesgos crediticios.

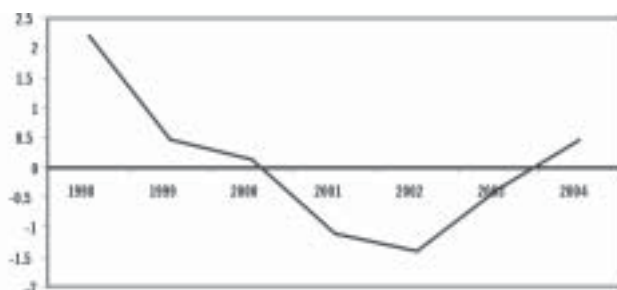


**Cuadro 2.** Indicadores financieros para empresas con y sin problemas en su condición legal (prueba de diferencia de medias)

Variables	Empresas y = 0		Empresas y = 1		Estadístico t*
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Apalancamiento financiero	0,2131417	0,2703305	0,4067676	0,4114265	-12,5281
Margen neto	-0,807484	62,39585	-13,4642	160,2598	2,9789
Deuda de corto plazo/pasivo total	0,1561723	0,1383589	0,1690318	0,1585439	-1,7115
Deuda de corto plazo/capital de trabajo	-0,9943734	59,88571	-0,6285074	7,151317	-0,1208
Activo corriente/pasivo corriente	1,074298	0,5291796	0,8349895	0,4647461	8,5692
Prueba ácida	0,7145502	0,4194887	0,6060078	0,3520891	4,9209
Capital de trabajo neto/activos totales	0,1102414	0,1835937	0,0314634	0,2758868	7,544

\*Estadístico asociado a la hipótesis nula ( $H_0$ : media(0) - media(1) = dif = 0)

diferentes periodos. Luego, esta provisión se resta de la utilizada por cada banco en este periodo. Es de esperar que a mayores diferencias, la probabilidad de quiebra de los bancos aumente. Los resultados para el promedio de los bancos estudiados se presentan en la Gráfica 2, donde se puede observar que los mayores requerimientos de capital se presentaron en la década pasada, sugiriendo de alguna manera que el mayor riesgo para estos bancos se presentó en la crisis financiera de finales de siglo. Es oportuno aclarar que aunque este indicador insinúa que la mayoría de bancos de la muestra presenta los mayores riesgos en el periodo de crisis, también muestra que la amenaza para algunos de ellos no se encuentra en este periodo, sino posterior a la crisis, especialmente un aumento significativo en el último año, reflejando prácticas crediticias aún deficientes. Además, algunos de los bancos del estudio presentan una sobreprovisión en su cartera post crisis, lo cual también es una práctica ineficiente en la administración de la cartera crediticia debido a que los costos deben ser trasladados a sus clientes.

**Gráfica 12.** Provisión estimada vs provisión dotada

Fuente: cálculos del autor.

**Cuadro 3.** Modelo Probit con efectos aleatorios

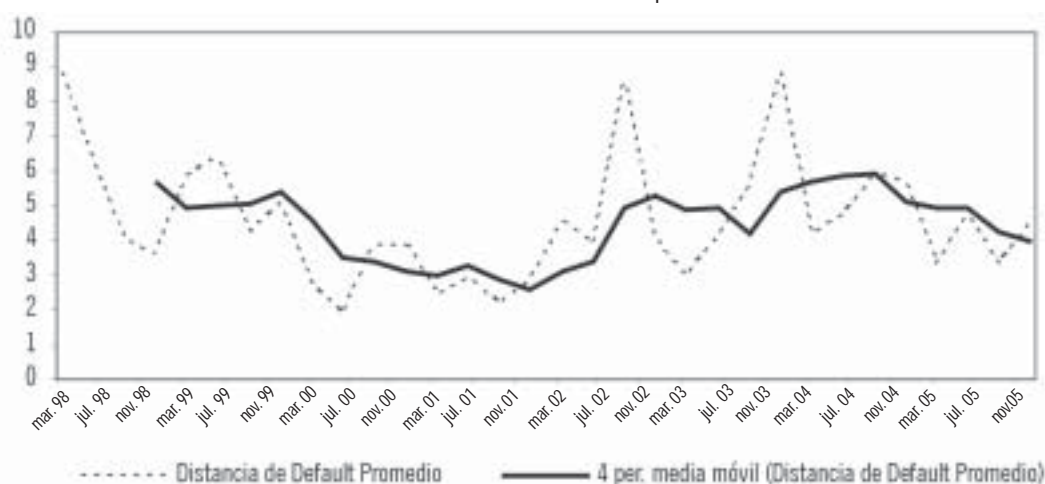
Probabilidad de quiebra (y = 1)	Coficiente.	Error estándar
Margen neto	-0.00002897	0.0001354
Apalancamiento financiero	0.0952129*	0.0542842
Prueba Ácida	-0.0399468*	0.0242449
Variación del PIB	-0.0111338**	0.0054245
D. Minas	-4.412594***	0.3466325
D. Construcción	2.456796***	0.6600307
D. Agricultura	0.5812084	0.4630887
D. Manufactura	1.250539***	0.3773838
D. Comercio	1.506695***	0.5101547
D. Servicios	0.5231146*	0.2718481
D. Otros	-5.056828***	0.3382738
Constante	-2.308128***	0.3287622
Observaciones	3641	
Grupos	134	
Wald chi <sup>2</sup> (11)	1709.92	
Prob > chi <sup>2</sup>	0	

\*Significativo al 90%; \*\* Significativo al 95%; \*\*\* Significativo al 99%  
Fuente: cálculos del autor.

### c. Distancia de default

Como se puede observar en la Gráfica 13, donde se presenta la distancia de *default* su tendencia en conjunto para los ocho bancos en estudio, los bancos en promedio, no presentaron serias dificultades que los pudieran llevar a una situación de no pago en el periodo 1998-2005, al estar a más de dos desviaciones de su punto de *default*. Los resultados sugieren que los mayores problemas se exteriorizaron en el periodo 2000-2002, cuando se observan los niveles más bajos de la distancia de default.

Gráfica 13. Distancia de default - promedio



Fuente: cálculos del autor.

Sin embargo, la habilidad predictiva de la distancia de default es evaluada mediante dos pruebas estadísticas. Primero se separan los bancos en dos grupos para cada periodo basados en el concepto de fragilidad bancaria utilizado por Boada (2005), el cual toma como referencia la relación existente entre la cartera vencida y la cartera total. Se considera que un banco ingresa en problemas de fragilidad si dicha relación supera un umbral superior al 8%, con base en el promedio que se observó de este indicador en el periodo de tranquilidad 96-97 más dos desviaciones estándar<sup>29</sup>. Luego, se comparan las medias de la distancias de default para los dos grupos probando si las diferencias son estadísticamente significativas.

Los resultados que muestra el Cuadro 4 sugieren que la distancia de default es capaz de emitir una alarma estadísticamente significativa sobre el deterioro financiero de un banco.

El poder predictivo de la distancia de default se probó también usando modelos *logity probit*. La regresiones siguen la dinámica de la sección IV. Tomando como base el indicador cartera vencida/cartera total de los bancos, se define la variable ( $y$ ) como  $y = 1$  en caso de que el indicador supere el umbral del 8% y 0 en caso contrario. Se puede definir, entonces, el modelo, como:

$$(\text{fragilidad} = 1) = \phi(\alpha_0 + \alpha_1 DD)$$

Donde  $\phi$  es la función de distribución *logito probity*  $DD$  es la distancia de default. El coeficiente  $\alpha_1$  mide la habilidad de la distancia de default para predecir un evento de crédito futuro. El Cuadro 5 reporta los resultados. El coeficiente de la distancia de default es negativo y altamente significativo sugiriendo que una reducción en la  $DD$  es una señal alta de la probabilidad no condicional de que un banco ingrese en problemas de insolvencia.

Cuadro 4. Diferencia de medias de la distancia de default según CV/CT

Variables	Empresas $y = 0$		Empresas $y = 1$		Estadística $t^*$
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Distancia de default	4.863459	5.108299	2.552859	2.306904	2.7382

\* Estadístico asociado a la hipótesis nula ( $H_0$ : media(0) - media(1) = dif = 0)

<sup>29</sup> Como menciona Boada *et al*, la inclusión de este criterio obedece a que este indicador se ajusta muy bien en la predicción de crisis, después de observar que en las crisis de 1982 y 1999 el alto crecimiento de la cartera vencida condujo a la intervención y liquidación de varios bancos.

 $\alpha_1$

**Cuadro 5.** Test predictivo de la distancia de default

Modelos probit y logit	Regresión Logit		Regresión Probit	
	Coefficiente	Error estándar	Coefficiente	Error estándar
Intercepto	0.2288434	0.3168243	0.0657799	0.1571582
Distancia de default	-0.4348716***	0.0687336	-0.2077911***	0.0241106
Observaciones	250		250	
Bancos	8		8	
Wald $\chi^2(1)$	40.03		74.27	
prob > $\chi^2$	0.0		0.0	

\*\*\* Significativo al 99%.

Fuente: cálculos del autor

## 6. Conclusiones

Dado el objetivo de este trabajo de construir dos indicadores de alerta temprana para el sector financiero basados en modelos financieros, se considera valioso el aporte por haber logrado introducir las percepciones del mercado en la estimación del riesgo.

Los primeros ejercicios descriptivos demostraron que las mayores amenazas tanto para el sector corporativo como para el sistema financiero sucedieron alrededor de la crisis de 1999. Las principales razones financieras tienen una fuerte caída en este periodo, acompañada del deterioro de las condiciones macroeconómicas. Además, es importante señalar que la fuente de mayor riesgo para los bancos proviene de la cartera crediticia, siendo esta la de mayor porcentaje dentro de sus activos.

El primer indicador se construye con base en la probabilidad de quiebra del sector corporativo. Dicha probabilidad fue estimada con un modelo *probit* para 134 empresas elegidas por su tamaño y capacidad de endeudamiento. Los resultados arrojan que la fragilidad de estas empresas en el periodo 1996-2005, está relacionada con el grado de endeudamiento y liquidez. Los resultados también refuerzan la influencia de las condiciones macroeconómicas en el comportamiento de estas empresas, así como el hecho de que los sectores de la construcción, comercio, manufactura y servicios son los más vulnerables.

La provisión crediticia estimada demuestra que los mayores momentos de tensión para la mayoría de los bancos del estudio sucedieron durante el periodo 1999-2001, lo cual indica que los mayores requerimientos de capital necesario para no entrar en una situación de estrés bancaria, también ocurrieron durante el mismo periodo.

Los resultados obtenidos por el segundo indicador demuestran su buen comportamiento para predecir situaciones de estrés bancario. La distancia de default que muestra este indicador puede ser muy útil como complemento de modelos de alerta temprana y puede ser usado para monitorear y gestionar riesgos financieros.

De acuerdo con los resultados obtenidos por los dos indicadores, si la Superintendencia Financiera obligara a los estamentos de crédito a transar sus acciones en la Bolsa de Valores, esto ayudaría a arrojar percepciones importantes sobre la salud financiera de los bancos, mejorando de manera importante, como se ha venido trabajando en el control de riesgos. Más aún, cuando en la actualidad el principal riesgo para la estabilidad financiera lo constituye el riesgo de mercado.

## Anexo 1. Distancia de default por banco

Fecha	Bogotá	Bancolombia	Popular	Superior	Occidente	Megabanco	Unión	Santander	Promedio	Mediana
31/03/1998	3.209	ND	ND	1.794	7.603	ND	28.750	3.002	8.872	3.209
30/06/1998	2.329	1.308	4.304	2.412	2.223	ND	28.704	2.366	6.235	2.366
30/09/1998	2.253	0.407	2.047	5.910	5.647	ND	5.466	6.328	4.008	5.466
30/12/1998	4.412	0.164	1.606	2.356	9.722	ND	3.381	3.694	3.619	3.381
31/03/1999	4.069	3.352	3.574	2.335	17.647	1.999	6.038	7.990	5.876	3.822
30/06/1999	2.267	0.705	2.905	2.350	26.538	1.977	5.454	8.973	6.396	2.628
30/09/1999	3.933	2.004	6.060	2.345	5.126	1.547	4.958	8.093	4.258	4.446
29/12/1999	4.719	0.254	2.922	-0.041	7.615	0.574	15.968	8.399	5.051	3.820
31/03/2000	3.479	0.255	1.350	-0.125	3.771	0.570	4.611	7.790	2.712	2.414
30/06/2000	2.029	1.135	2.583	0.024	1.457	0.574	4.649	2.724	1.897	1.743
30/09/2000	2.197	5.604	3.338	3.494	6.025	0.572	3.956	5.626	3.852	3.725
28/12/2000	2.743	2.481	9.671	1.850	2.866	0.570	3.553	7.130	3.858	2.805
30/03/2001	2.180	1.411	2.616	1.867	2.141	0.570	3.574	5.030	2.424	2.161
29/06/2001	1.961	6.006	2.592	1.818	1.927	0.569	3.509	5.013	2.924	2.277
28/09/2001	2.669	1.733	2.565	1.815	2.772	0.567	4.984	0.571	2.210	2.190
28/12/2001	4.281	0.870	2.359	1.566	3.387	0.566	4.076	5.508	2.826	2.873
27/03/2002	3.708	10.610	2.510	1.922	4.898	0.565	4.528	7.695	4.555	4.118
28/06/2002	5.572	2.723	2.257	4.451	5.547	0.558	6.118	4.248	3.934	4.350
30/09/2002	4.594	6.554	2.063	34.288	10.856	0.555	5.337	4.282	8.566	4.966
30/12/2002	9.316	1.684	2.015	1.632	8.203	0.553	7.417	1.428	4.031	1.849
31/03/2003	6.379	3.679	2.161	1.661	4.095	0.561	3.778	1.612	2.991	2.920
27/06/2003	10.111	3.032	2.157	1.201	10.384	0.561	3.737	1.727	4.114	2.595
30/09/2003	9.398	4.521	2.017	1.503	21.791	0.560	3.495	1.502	5.598	2.756
30/12/2003	13.853	8.671	1.859	7.453	33.678	0.558	3.451	1.502	8.878	5.452
31/03/2004	5.013	3.723	1.854	8.904	8.456	0.558	3.554	1.465	4.191	3.638
30/06/2004	3.770	3.341	0.986	6.564	12.472	0.982	6.385	3.340	4.730	3.555
30/09/2004	7.609	3.582	3.395	13.658	7.070	6.366	2.211	3.317	5.901	4.974
31/12/2004	8.649	3.753	3.837	6.510	8.200	4.277	4.079	6.088	5.674	5.183
31/03/2005	6.463	3.269	3.452	1.498	4.632	1.813	3.445	2.320	3.361	3.357
30/06/2005	6.887	6.508	5.155	3.417	4.585	4.216	3.702	3.526	4.749	4.400
30/09/2005	3.781	3.230	1.904	5.586	3.663	2.757	3.823	1.702	3.306	3.447
30/12/2005	6.437	3.901	3.231	12.374	4.198	2.332	1.742	1.505	4.465	3.566



## Anexo 2. Diferencia entre la provisión estimada y la real por cada banco

Banco de Bogotá				Banco Bancolombia			
Fecha	Estimada	Real	Diferencia	Fecha	Estimada	Real	Diferencia
Mar-98	0.0491	0.0122	0.0370	Mar-98	0.05089578	0.04716537	0.00373042
Jun-98	0.0495	0.0135	0.0360	Jun-98	0.0495006	0.02674113	0.02275947
Sep-98	0.0513	0.0151	0.0362	Sep-98	0.0512659	0.03277069	0.01849522
Dic-98	0.0511	0.0160	0.0351	Dic-98	0.05109447	0.0389609	0.01213357
Mar-99	0.0509	0.0190	0.0319	Mar-99	0.0488836	0.05381468	-0.00493108
Jun-99	0.0509	0.0194	0.0315	Jun-99	0.05089541	0.04398673	0.00690868
Sep-99	0.0497	0.0195	0.0302	Sep-99	0.04968327	0.0506399	-0.00095663
Dic-99	0.0502	0.0251	0.0252	Dic-99	0.05023838	0.07038201	-0.02014364
Mar-00	0.0489	0.0378	0.0110	Mar-00	0.04884444	0.0595453	-0.01070086
Jun-00	0.0502	0.0402	0.0100	Jun-00	0.05020242	0.08195819	-0.03175576
Sep-00	0.0492	0.0462	0.0029	Sep-00	0.04915872	0.07535047	-0.02619175
Dic-00	0.0500	0.0493	0.0008	Dic-00	0.05002141	0.05785852	-0.00783711
Mar-01	0.0488	0.0557	-0.0068	Mar-01	0.04836722	0.05743124	-0.00906402
Jun-01	0.0493	0.0544	-0.0051	Jun-01	0.04930725	0.05701854	-0.00771129
Sep-01	0.0486	0.0521	-0.0035	Sep-01	0.04861556	0.05595961	-0.00734405
Dic-01	0.0466	0.0509	-0.0044	Dic-01	0.04655656	0.05101211	-0.00445556
Mar-02	0.0484	0.0538	-0.0054	Mar-02	0.04701041	0.05438405	-0.00737364
Jun-02	0.0461	0.0549	-0.0089	Jun-02	0.04607875	0.05329496	-0.00721621
Sep-02	0.0477	0.0543	-0.0066	Sep-02	0.04771416	0.05349083	-0.00577667
Dic-02	0.0475	0.0522	-0.0046	Dic-02	0.04752807	0.05318676	-0.0056587
Mar-03	0.0470	0.0512	-0.0042	Mar-03	0.04829769	0.05362118	-0.00532349
Jun-03	0.0477	0.0508	-0.0031	Jun-03	0.04771092	0.04548552	0.0022254
Sep-03	0.0455	0.0525	-0.0070	Sep-03	0.04549425	0.05132955	-0.00583529
Dic-03	0.0469	0.0515	-0.0046	Dic-03	0.04690528	0.05044858	-0.00354329
Mar-04	0.0483	0.0466	0.0017	Mar-04	0.05055489	0.04423173	0.00632316
Jun-04	0.0482	0.0461	0.0021	Jun-04	0.04818274	0.04958056	-0.00139782
Sep-04	0.0500	0.0429	0.0071	Sep-04	0.05000284	0.04532754	0.00467531
Dic-04	0.0481	0.0419	0.0063	Dic-04	0.04814563	0.04654648	0.00159914

## Anexo 3. Diferencia entre la provisión estimada y la real por cada banco

Banco Popular				Banco Superior			
Fecha	Estimada	Real	Diferencia	Fecha	Estimada	Real	Diferencia
Mar-98	0.04914735	0.01714049	0.03200686	Mar-98	0.04914735	0.04994663	-0.00079928
Jun-98	0.0495006	0.01045237	0.03904823	Jun-98	0.0495006	0.04237339	0.00712721
Sep-98	0.0512659	0.01247567	0.03879024	Sep-98	0.0512659	0.04395294	0.00731297
Dic-98	0.05109447	0.01898115	0.03211332	Dic-98	0.05109447	0.05011254	0.00098193
Mar-99	0.05089578	0.0189817	0.03191408	Mar-99	0.05089578	0.06618665	-0.01529087
Jun-99	0.05089541	0.0179263	0.0329691	Jun-99	0.05089541	0.11449537	-0.06359996
Sep-99	0.04968327	0.01669469	0.03298858	Sep-99	0.04968327	0.04252739	0.00715588
Dic-99	0.05023838	0.02143286	0.02880551	Dic-99	0.05023838	0.03336098	0.0168774
Mar-00	0.0488836	0.02339075	0.02549285	Mar-00	0.0488836	0.03534109	0.01354251
Jun-00	0.05020242	0.03768294	0.01251948	Jun-00	0.05020242	0.01843118	0.03177125
Sep-00	0.04915872	0.03992852	0.0092302	Sep-00	0.04915872	0.02435528	0.02480344
Dic-00	0.05002141	0.06389959	-0.01387818	Dic-00	0.05002141	0.02688143	0.02313998
Mar-01	0.04884444	0.06447908	-0.01563464	Mar-01	0.04884444	0.0334216	0.01542284
Jun-01	0.04930725	0.05986625	-0.01055901	Jun-01	0.04930725	0.03653965	0.0127676
Sep-01	0.04861556	0.06361745	-0.0150019	Sep-01	0.04861556	0.03514468	0.01347088
Dic-01	0.04655656	0.0829845	-0.03642794	Dic-01	0.04655656	0.04046927	0.00608729
Mar-02	0.04836722	0.08990301	-0.04153579	Mar-02	0.04836722	0.04161077	0.00675645
Jun-02	0.04607875	0.095567	-0.04948825	Jun-02	0.04607875	0.04831597	-0.00223722
Sep-02	0.04771416	0.08639268	-0.03867852	Sep-02	0.04771416	0.04890242	-0.00118826
Dic-02	0.04701041	0.08205874	-0.03504834	Dic-02	0.04752807	0.05154328	-0.00401521
Mar-03	0.04771092	0.07976851	-0.0320576	Mar-03	0.04701041	0.033683	0.01332741
Jun-03	0.04549425	0.07818967	-0.03269542	Jun-03	0.04771092	0.03719536	0.01051556
Sep-03	0.04752807	0.0838287	-0.03630063	Sep-03	0.04549425	0.03461538	0.01087888
Dic-03	0.04690528	0.0682825	-0.02137722	Dic-03	0.04690528	0.03728148	0.0096238
Mar-04	0.04829769	0.07074602	-0.02244833	Mar-04	0.04829769	0.03700303	0.01129465
Jun-04	0.04818274	0.07159771	-0.02341497	Jun-04	0.04818274	0.04059411	0.00758863
Sep-04	0.05000284	0.07296988	-0.02296704	Sep-04	0.05000284	0.04063478	0.00936806
Dic-04	0.04814563	0.05584445	-0.00769882	Dic-04	0.04814563	0.03903862	0.00910701



## Anexo 4. Diferencia entre la provisión estimada y la real por cada banco

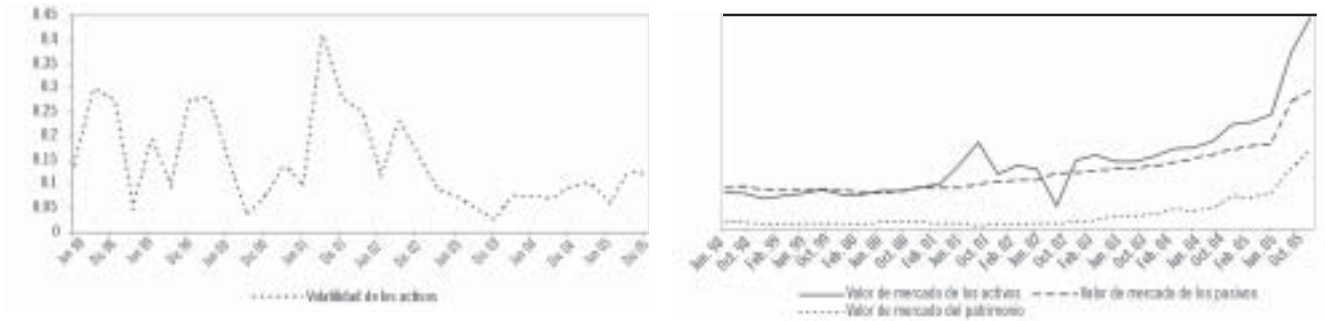
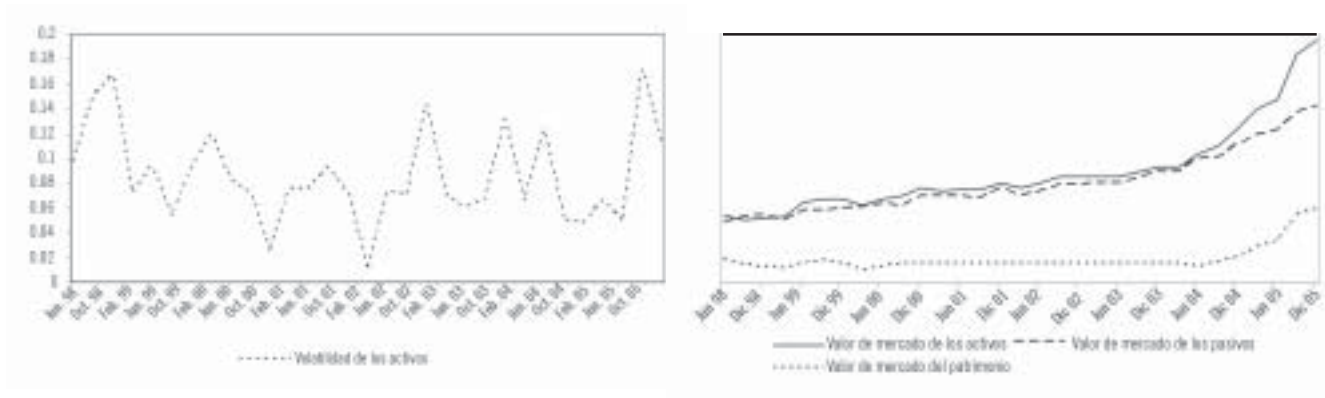
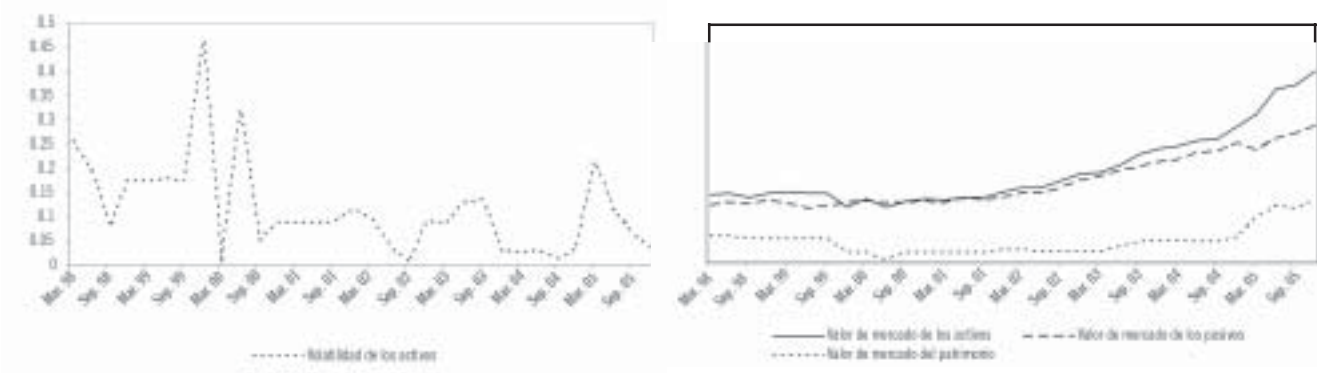
Banco Occidente			
Fecha	Estimada	Real	Diferencia
Mar-98	0.04914735	0.01723607	0.03191128
Jun-98	0.0495006	0.01518782	0.03431278
Sep-98	0.0512659	0.01791001	0.0333559
Dic-98	0.05109447	0.02044768	0.03064679
Mar-99	0.05089578	0.02407408	0.0268217
Jun-99	0.05089541	0.02749443	0.02340098
Sep-99	0.04968327	0.02521107	0.0244722
Dic-99	0.05023838	0.03970228	0.01053609
Mar-00	0.0488836	0.0463991	0.0024845
Jun-00	0.05020242	0.05424421	-0.00404178
Sep-00	0.04915872	0.05826194	-0.00910322
Dic-00	0.05002141	0.07725548	-0.02723408
Mar-01	0.04884444	0.08227609	-0.03343165
Jun-01	0.04930725	0.07870819	-0.02940095
Sep-01	0.04861556	0.08081676	-0.0322012
Dic-01	0.04655656	0.08573387	-0.03917731
Mar-02	0.04836722	0.08719867	-0.03883145
Jun-02	0.04607875	0.08976309	-0.04368434
Sep-02	0.04771416	0.08331328	-0.03559912
Dic-02	0.04752807	0.07890746	-0.03137939
Mar-03	0.04701041	0.07654759	-0.02953719
Jun-03	0.04771092	0.07291932	-0.0252084
Sep-03	0.04549425	0.07029521	-0.02480096
Dic-03	0.04690528	0.06848605	-0.02158077
Mar-04	0.04829769	0.06709912	-0.01880143
Jun-04	0.04818274	0.06414914	-0.01596639
Sep-04	0.05000284	0.06363547	-0.01363263
Dic-04	0.04814563	0.0633332	-0.01518757

Banco Megabanco			
Fecha	Estimada	Real	Diferencia
Mar-98	0.05089578	0.14120586	-0.09031008
Jun-98	0.05089541	0.15843533	-0.10753992
Sep-98	0.04968327	0.27123964	-0.22155637
Dic-98	0.05023838	0.01619183	0.03404655
Mar-99	0.0488836	0.0216699	0.02721369
Jun-99	0.05020242	0.03420995	0.01599247
Sep-99	0.04915872	0.04429269	0.00486604
Dic-99	0.05002141	0.06001402	-0.00999261
Mar-00	0.04884444	0.0640487	-0.01520426
Jun-00	0.04930725	0.06376877	-0.01446152
Sep-00	0.04861556	0.06181258	-0.01319703
Dic-00	0.04655656	0.0597297	-0.01317314
Mar-01	0.04836722	0.05906831	-0.01070109
Jun-01	0.04607875	0.0571853	-0.01110654
Sep-01	0.04771416	0.05320497	-0.00549081
Dic-01	0.04752807	0.04606418	0.00146389
Mar-02	0.04701041	0.04199012	0.00502029
Jun-02	0.04771092	0.03817438	0.00953654
Sep-02	0.04549425	0.03560837	0.00988589
Dic-02	0.04690528	0.03333768	0.0135676
Mar-03	0.04829769	0.03126139	0.0170363
Jun-03	0.04818274	0.0301337	0.01804905
Sep-03	0.05000284	0.02929607	0.02070677
Dic-03	0.04814563	0.03101757	0.01712806
Mar-04	0.05055489	0.02608965	0.02446524
Jun-04	0.04844088	ND	ND
Sep-04	0.04976873	ND	ND
Dic-04	0.05005822	ND	ND

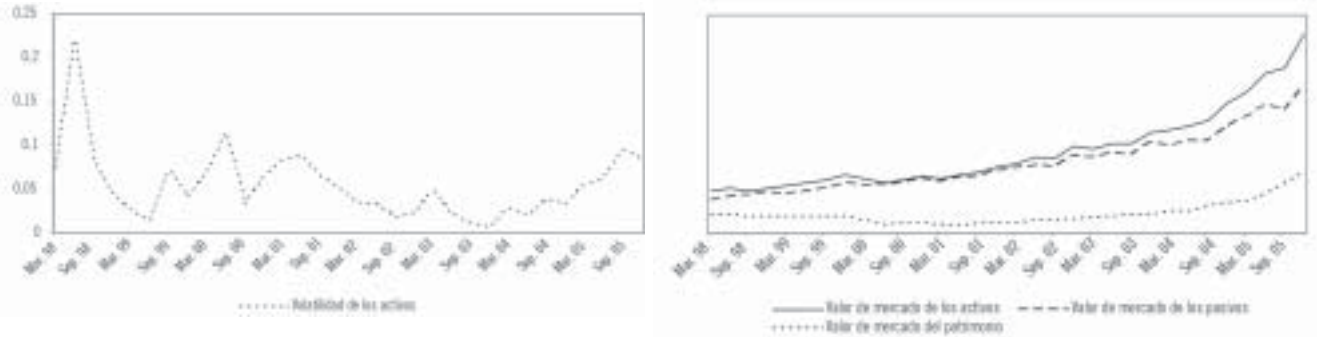
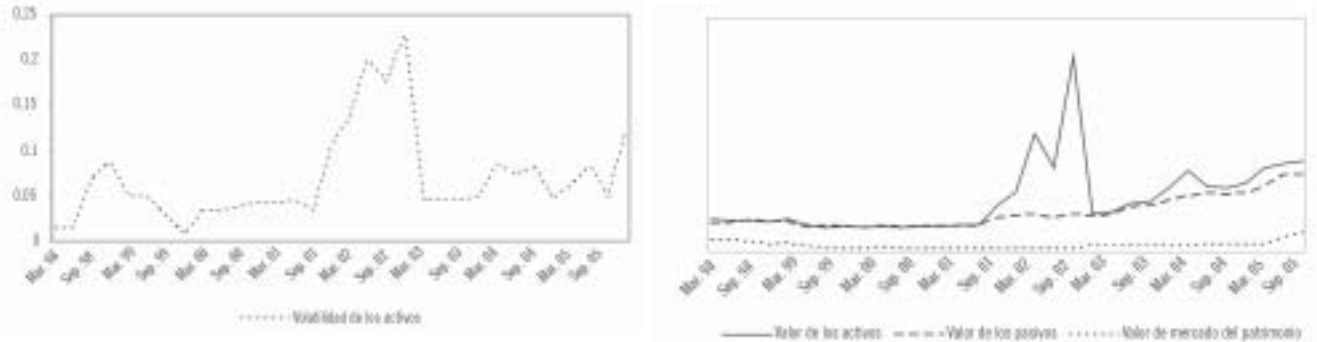
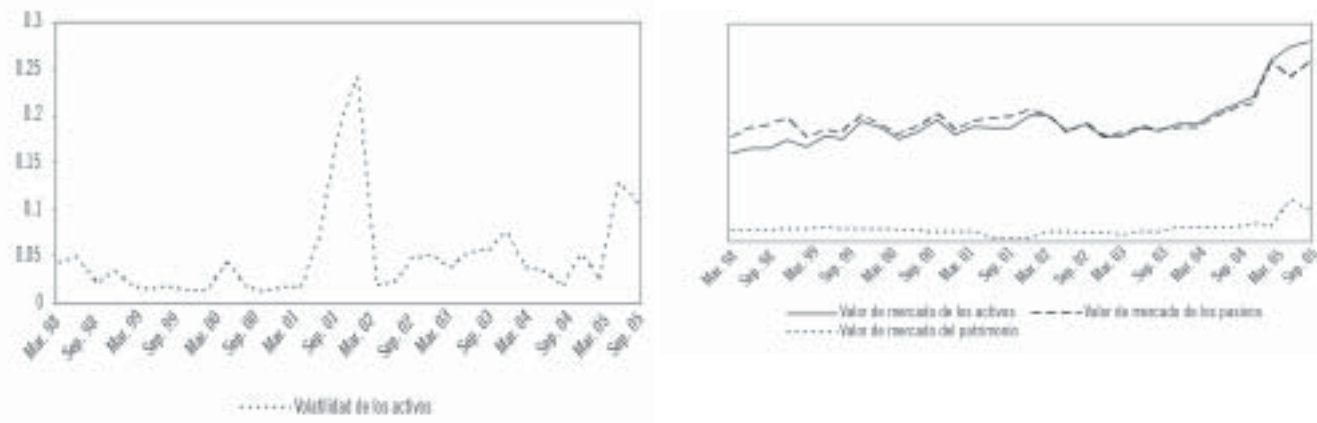
## Anexo 5. Diferencia entre la provisión estimada y la real por cada banco

Banco Unión			
Fecha	Estimada	Real	Diferencia
Mar-98	0.04914735	0.01688855	0.0322588
Jun-98	0.0495006	0.01784876	0.03165184
Sep-98	0.0512659	0.01823085	0.03303505
Dic-98	0.05109447	0.02714604	0.02394843
Mar-99	0.05089578	0.02863029	0.02226549
Jun-99	0.05089541	0.02695478	0.02394063
Sep-99	0.04968327	0.01065337	0.0390299
Dic-99	0.05023838	0.01744553	0.03279285
Mar-00	0.0488836	0.01729929	0.03158431
Jun-00	0.05020242	0.01893924	0.03126318
Sep-00	0.04915872	0.01908041	0.03007831
Dic-00	0.05002141	0.02085404	0.02916737
Mar-01	0.04884444	0.02672049	0.02212395
Jun-01	0.04930725	0.02627645	0.0230308
Sep-01	0.04861556	0.02629392	0.02232163
Dic-01	0.04655656	0.03376387	0.01279269
Mar-02	0.04836722	0.03014686	0.01822036
Jun-02	0.04607875	0.03042207	0.01565668
Sep-02	0.04771416	0.02897792	0.01873624
Dic-02	0.04752807	0.02561437	0.0219137
Mar-03	0.04701041	0.02467385	0.02233656
Jun-03	0.04771092	0.02400702	0.0237039
Sep-03	0.04549425	0.01982109	0.02567316
Dic-03	0.04690528	0.01746721	0.02943807
Mar-04	0.04829769	0.01756311	0.03073458
Jun-04	0.04818274	0.01795578	0.03022696
Sep-04	0.05000284	0.01832649	0.03167636
Dic-04	0.04814563	0.01918623	0.0289594

Banco Santander			
Fecha	Estimada	Real	Diferencia
Mar-98	0.04914735	0.03197767	0.01716968
Jun-98	0.0495006	0.05546149	-0.00596089
Sep-98	0.0512659	0.05366075	-0.00239484
Dic-98	0.05109447	0.05841064	-0.00731617
Mar-99	0.05089578	0.06318995	-0.01229417
Jun-99	0.05089541	0.07771634	-0.02682093
Sep-99	0.04968327	0.06427346	-0.01459019
Dic-99	0.05023838	0.08982234	-0.03958396
Mar-00	0.0488836	0.09145042	-0.04256683
Jun-00	0.05020242	0.08393072	-0.0337283
Sep-00	0.04915872	0.09687281	-0.04771409
Dic-00	0.05002141	0.0900138	-0.03999239
Mar-01	0.04884444	0.1075134	-0.05866896
Jun-01	0.04930725	0.08575553	-0.03644828
Sep-01	0.04861556	0.09716976	-0.04855421
Dic-01	0.04655656	0.07168905	-0.02513249
Mar-02	0.04836722	0.08023535	-0.03186813
Jun-02	0.04607875	0.07811153	-0.03203278
Sep-02	0.04771416	0.06479432	-0.01708016
Dic-02	0.04752807	0.09452651	-0.04699844
Mar-03	0.04701041	0.06080887	-0.01379846
Jun-03	0.04771092	0.0573554	-0.00964448
Sep-03	0.04549425	0.05990717	-0.01441291
Dic-03	0.04690528	0.05322299	-0.0063177
Mar-04	0.04829769	0.04977411	-0.00147642
Jun-04	0.04818274	0.04089028	0.00729247
Sep-04	0.05000284	0.03762906	0.01237378
Dic-04	0.04814563	0.02973851	0.01840712

**Anexo 6.** Principales variables de Bancolombia a partir del modelo estructural de Merton**Anexo 7.** Principales variables del Banco Popular a partir del modelo estructural de Merton**Anexo 8.** Principales variables de Bansuperior a partir del modelo estructural de Merton



**Anexo 9.** Principales variables de Banco Occidente a partir del modelo estructural de Merton**Anexo 10.** Principales variables de Banco Occidente a partir del modelo estructural de Merton**Anexo 11.** Principales variables de Banco Santander a partir del modelo estructural de Merton

## Referencias

- Allen, M., Rosenberg, C., Keller, C., Setser, B y Roubini, n., 2002. *A Balance Sheet to Financial Crisis*, documento de trabajo 02-210. Fondo Monetario Internacional.
- Arango, J. P., Zamudio, N. y Orozco, I., 2005, *Riesgo de crédito: un análisis desde las firmas*, Banco de la República.
- Azuero, F., 2005, *Vulnerabilidades de la economía colombiana: un examen de los balances sectoriales*, Facultad de Administración, Universidad de Los Andes.
- Black, F y Scholes, M., 1973, "The pricing of options and corporate liabilities", en *Journal of political Economy*, v. 81, pp. 637-54.
- Boada, A., 2005, *La fragilidad de los establecimientos bancarios: un estudio del episodio de 1998 con algunos indicadores de alerta*, Tesis (Magister en Economía), Universidad de Los Andes.
- Bohn, J., 2000, "An empirical Assessment of simple contingent-claims: Model for the valuation of risky debt", en *The Journal of Risk Finance*.
- Chan-Lau, J., Jobert, A. y Kong, J., 2004, *An option based approach to bank vulnerabilities in emerging markets*, documento de trabajo 04-33, Fondo Monetario Internacional.
- Crosbie, P. y Bohn, J., 2003, *Modeling default risk*, Compañía Moody's KMV.
- Eberhart, A. C., 2005, "A Comparison of Merton's Option Pricing Model of Corporate Debt Valuation to the Use of Book Values", en *Journal of Corporate Finance*, v. 11, n. 1-2, pp. 401-426.
- Echavarría J. y Arbeláez M. (2003), *Tasa de cambio, deuda externa e inversión en Colombia*, Fedesarrollo, documento de trabajo, n. 22, p. 42.
- Gapen, M., Gray, D., Lim, C. H. y Xiao, Y. (2004), *The contingent claims approach to corporate vulnerability analysis: estimating default risk and economy-wide risk transfer*, documento de trabajo, Fondo Monetario Internacional.
- Gray, D. F., Merton, R. y Bodie Z., 2003, "A new framework for analyzing and managing macrofinancial risk of an economy", en *MF Risk Working Paper* 1-03.
- Hubert, G., 1967, "The behavior of maximum likelihood estimators under non-standard conditions", en *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, v. 1, pp., 221-33.
- Hull, J., 2003, *Options, futures, and other derivative securities*, Upper Saddle River, NJ. Prentice Hall.
- Jones, E. P., Mason, S. y Rosenfeld, E., 1984, "Contingent claims análisis of corporate capital structures: An empirical investigation", en *The Journal of Finance*, v. 39, n. 3, pp. 611-625.
- Kealhofer, S., 2003, "Quantifying credit risk I: default prediction", en *Financial Analyst Journal*, v. 59, n. 3, pp. 30-44.
- \_\_\_\_\_. 2003, "Quantifying credit risk II: Debt Valuation", en *Financial Analyst Journal*, v. 59, n. 3, pp. 78-92.
- Kruman, P., 1999, "Balance Sheets, the transfer problem, and financial crises", en Isard, P., Razin, A., y Rose, A., *International Finance and Financial crises: Essays in honor of Robert P. Flood, Jr.*, Kluwer Academic, 31-44.
- Liang, K. y Zeger, S., 1986, "Longitudinal data analysis using generalized linear model", en *Biometrika* 73, pp. 13-22.
- Lima, J. M., Montes, E., Varela, C. y Wiegand, J., 2006, "Pectoral Balance Sheet Mismatches ana Macroeconomic vulnerabilities in Colombia, 1996-2003", en *Documentos de trabajo*, 06-5, Fondo Monetario Internacional.
- Martínez, O., 2003, *Determinantes de fragilidad en las empresas Colombianas*, Borradores de Economía, Banco de la República, n. 259.
- Mejía, F. (2003), *El efecto de hojas de balance de la devaluación en Colombia: 1998-2001*, tesis (Magister en Economía). Universidad de Los Andes, Facultad de Economía.
- Merton, R., 1973, "The relationship between put and call option prices: Comment", en *The Journal of Finance*, v. 28, n. 1, pp. 183-184.
- \_\_\_\_\_. 1974, "On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates", en *Journal of Finance*, n. 29, pp., 449-70.
- Obstfeld, M., (1994), "The logic of currency crises. Cahiers économiques et monétaires", en *Banque de France*, v. 43, pp.

189-213. [www.banque-france.fr/banque\\_de\\_france/fr/telechar/bulletin/etud64\\_2.pdf](http://www.banque-france.fr/banque_de_france/fr/telechar/bulletin/etud64_2.pdf).

Soler, J., Staking, K., Ayuso, A., Beato, P., Botin, E., Escrig, M. y Falero, B., 1999, *Gestión de riesgos financieros: un enfoque práctico para los países latinoamericanos*, Banco Interamericano de Desarrollo-Grupo Santander.

Reporte de Estabilidad Financiera. (2004). Banco de la República, diciembre, p. 69, Departamento de Estabilidad Financiera, Subgerencia Monetaria y de Reservas.

\_\_\_\_\_. (2005). Banco de la República, diciembre, p. 95. Departamento de Estabilidad Financiera, Subgerencia Monetaria y de Reservas.

Zamudio, N., 2005, *Estructura financiera del sector corporativo privado*, Reportes del Emisor, Banco de la República, n. 76.